



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 50 223 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H 04 N 1/10
H 04 N 1/191
// B41F 33/00

⑲ Aktenzeichen: 196 50 223.3
⑳ Anmeldetag: 4. 12. 96
㉑ Offenlegungstag: 10. 6. 98

DE 196 50 223 A 1

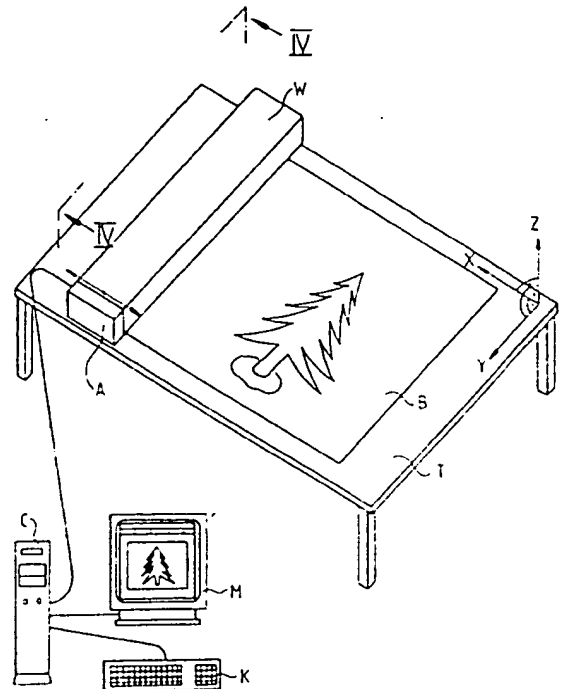
㉒ **Anmelder:**
Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115
Heidelberg, DE

㉓ **Erfinder:**
Ott, Hans, Regensburg, CH; Rüegg, Kurt, Effretikon,
CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Abtastvorrichtung zur bildelementweisen fotoelektrischen Ausmessung eines Messobjekts

⑤⑦ Die Abtastvorrichtung umfaßt einen Meßtisch (T), auf welchem das Meßobjekt (B) für die Ausmessung befestigbar ist, einen mittels einer Antriebseinrichtung (A) linear über die Oberfläche des Meßtischs bewegbaren Meßwagen (W) mit einer fotoelektrischen Abtasteinrichtung (100), eine Steuereinrichtung (S) für den Meßwagen (W), die Abtasteinrichtung (100) und die Antriebseinrichtung (A) und eine Verarbeitungseinrichtung (C), um die von der Abtasteinrichtung (100) erzeugten Meßsignale aus den abgetasteten Bildelementen (8) des Meßobjekts (B) aufzubereiten und auszuwerten. Die Abtasteinrichtung (100) selbst umfaßt eine Vielzahl von Meßköpfen (120) zur bildelementweisen Ausmessung einer entsprechenden Vielzahl von in Reihe hintereinanderliegenden Bildelementen (8) des Meßobjekts (B) und entlang einer entsprechenden Vielzahl von zur Bewegungsrichtung (X) des Meßwagens (W) parallelen Abtastspuren (5a, 5b), so daß das Meßobjekt (B) in einem gitterförmigen Abtastmuster bildelementweise sequentiell abgetastet wird.



DE 196 50 223 A 1

Die Erfindung betrifft eine Abtastvorrichtung zur bildelementweisen fotoelektrischen Ausmessung eines Meßobjekts, insbesondere eines vorzugsweise mehrfarbig bedruckten Druckbogens, gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

Abtastvorrichtungen dieser Art werden im allgemeinen als Scanner bezeichnet. Eine erste bekannte Art von herkömmlichen Scannern weist einen einzelnen Meßkopf auf, der in einer oder in zwei Dimensionen relativ zum Meßobjekt bewegt werden kann. Im Falle einer eindimensionalen Beweglichkeit des Meßkopfs ist das Meßobjekt in der anderen Dimension beweglich. Der Meßkopf tastet jeweils einen kleinen Bereich des Meßobjekts, ein sog. Bildelement oder Pixel, fotoelektrisch ab, wobei jedes abzutastende Bildelement durch entsprechende Bewegung des Meßkopfs oder des Meßobjekts einzeln angefahren wird. Die Abtastung erfolgt im allgemeinen densitometrisch, es sind aber auch schon Scanner mit farbmetrischen oder spektralen Meßköpfen bekannt. Ein wesentlicher Nachteil dieser bekannten Scanner ist in dem durch das einzelne Anfahren der zu messenden Bildelemente bedingten hohen Zeitaufwand für die vollständige Abtastung eines Druckbogens üblicher Größe zu sehen, wodurch sie für den Einsatz zur automatischen Steuerung von modernen Druckmaschinen in der Regel ungeeignet sind.

Eine andere bekannte Art von Scannern, welche bisher ausschließlich densitometrisch arbeitet, besitzt eine stillstehende linienförmige Anordnung von mehreren Meßköpfen, welche die simultane oder sequentielle Abtastung einer ganzen Zeile von Bildelementen des Meßobjekts erlauben. Zur Erfassung weiterer Bildelemente wird das Meßobjekt relativ zu der Meßkopfanordnung bewegt. Solche Scanner werden u. a. an Druckmaschinen zur direkten Ausmessung der Druckbögen während des laufenden Drucks eingesetzt. Sie sind jedoch nicht zur vollautomatischen Abtastung der gesamten Bildfläche von stillstehenden Druckbögen geeignet.

Durch die vorliegende Erfindung soll eine Abtastvorrichtung der gattungsgemäßen Art dahingehend verbessert werden, daß eine vollautomatische Abtastung der gesamten Bildfläche eines stillstehenden Meßobjekts bei ausreichender Auflösung und insbesondere auch bei spektraler Abtastung mit vertretbarem konstruktiven Aufwand in sehr kurzer Zeit möglich ist. Eine zusätzliche Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung der Voraussetzungen für eine kontinuierliche Abtastung nach einem orthogonalen Abtastmuster. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Erzielung einer ausreichend hohen Auflösung bei möglichst niedrigem konstruktiven Aufwand. Des weiteren soll durch die Erfindung eine konstruktiv einfache und das zur Verfügung stehende Meßlicht optimal ausnützende Lösung für eine gleichzeitige Messung der im sichtbaren Bereich liegenden Spektralanteile und des IR-Anteils des Meßlichts geschaffen werden.

Diese der Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben werden durch die erfindungsgemäße Abtastvorrichtung gelöst, wie sie im unabhängigen und den abhängigen Ansprüchen definiert ist.

Einzelheiten und Vorteile der erfindungsgemäßen Abtastvorrichtung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Gesamtansicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Abtastvorrichtung,

Fig. 2 eine Prinzipskizze der Meßkopfanordnung der Abtastvorrichtung,

Fig. 3 einen Schnitt nach der in Fig. 2 durch die Linien III-III angedeuteten Ebene durch einen Meßkopf der Meßkopfanordnung,

Fig. 4 einen Schnitt nach der in Fig. 1 durch die Linien IV-IV angedeuteten Ebene durch den Meßwagen der Abtastvorrichtung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung der Abtastvorrichtung,

Fig. 6 eine vereinfachte Unteransicht der Meßkopfanordnung und

Fig. 7 eine Skizze zur Erläuterung des Abtastvorgangs und der Bewegungen der Meßkopfanordnung während des Abtastvorgangs.

Die erfindungsgemäße Abtastvorrichtung entspricht in ihrem generellen Aufbau den üblichen Meßapparaturen, wie sie z. B. in der grafischen Industrie typischerweise zur punktuellen fotoelektrischen Ausmessung von dem Druckprozeß entnommenen Druckbögen verwendet werden. Die Abtastvorrichtung umfaßt einen Unterbau in Form eines etwas geneigten rechteckigen Meßtischs T, auf dem der auszumessende Druckbogen – das Meßobjekt B – positioniert werden kann. Zur Positionierung des Meßobjekts sind nicht dargestellte Anschläge vorgesehen. Die Fixierung des Meßobjekts B auf dem Meßtisch T erfolgt vorzugsweise auf elektrostatischem Wege oder mittels bekannter Saugmechanismen. Auf dem Meßtisch T ist ein Meßwagen W angeordnet, auf bzw. in dem sich die eigentliche Abtasteinrichtung (hier nicht dargestellt) befindet. Der Meßwagen W erstreckt sich über die Tiefe des Meßtischs in Koordinatenrichtung y und ist motorisch über dessen Breite in Koordinatenrichtung x linear hin und her beweglich, wobei entsprechende Antriebs- und Steuereinrichtungen im Meßwagen W und am bzw. unter dem Meßtisch T vorgesehen sind. Die Antriebs-einrichtung ist in der Zeichnung nur symbolisch durch das Bezugszeichen A angedeutet. Die Abtastvorrichtung umfaßt ferner noch eine Verarbeitungseinrichtung in Form eines Rechners C mit Tastatur K und Farbmonitor M. Der Rechner C arbeitet mit der Steuereinrichtung am Meßtisch T bzw. im Meßwagen W zusammen und verarbeitet die von der auf dem Meßwagen W befindlichen Abtasteinrichtung erzeugten Meßsignale.

Der Meßwagen W enthält die weiter unten noch im Detail erläuterte eigentliche Abtasteinrichtung 100, welche gemäß Fig. 2 und 5 im wesentlichen eine etwa balkenförmige Meßkopfanordnung 110 mit einer Vielzahl von Meßköpfen 120, eine Lichtquelle 130, einen Lichtverteiler 140 und eine Empfangereinheit 160 umfaßt. Wie aus Fig. 4 erkennbar, umfaßt der Meßwagen W im wesentlichen drei etwa wandförmige Trägerelemente W1, W2 und W3, welche an- bzw. aufeinander montiert und relativ zueinander beweglich angeordnet sind. Die Meßkopfanordnung 110 ist auf dem dritten, obersten Trägerelement W3 montiert, alle übrigen Komponenten der Abtasteinrichtung befinden sich auf dem ersten, untersten Trägerelement W1, was in Fig. 4 nicht näher dargestellt ist. Das erste, unterste Trägerelement W1 ist in einer Ebene parallel zum Meßtisch T linear quer über die Breite des Meßtischs T hin und zurück beweglich angeordnet. Das erste Trägerelement W1 kann sich also in Richtung der x-Achse (Fig. 1) bewegen, wobei diese Richtung unabhängig von ihrem Vorzeichen im folgenden als zweite Richtung x bezeichnet wird. Das zweite Trägerelement W2 ist auf dem ersten Trägerelement W1 montiert und relativ zu diesem einerseits in einer Ebene parallel zum Meßtisch T in Richtung der y-Achse parallelversetzbar und andererseits um die zur Ebene des Meßtischs senkrechte z-Achse (vgl. auch Fig. 1) zwischen zwei Winkelstellungen in der Schwenkbewegungsrichtung v verschwenkbar. Die y-Bewegungsrichtung des zweiten Trägerelements wird im fol-

genden unabhängig vom Vorzeichen als erste Richtung y bezeichnet. Das dritte Trägerelement W_3 schließlich ist auf dem zweiten Trägerelement W_2 montiert und relativ zu diesem in Richtung der z -Achse also bezüglich seiner Höhe gegenüber der Oberfläche des Meßtischs T verstellbar. Wie aus Fig. 4 weiter erkennbar, ist das erste Trägerelement W_1 und damit der gesamte Meßwagen W an seinem unteren Ende auf Rollen 1 gelagert und an seinem oberen Ende in einer auf dem Meßtisch T montierten Schiene 2 geführt und an einem motorisch angetriebenen Transportriemen 3 befestigt, welcher das erste Trägerelement W_1 und damit den gesamten Meßwagen W quer über den Meßtisch hin und her zieht. Der Transportriemen 3 ist Teil der Antriebseinrichtung A .

Die balkenförmige Meßkopfanordnung 110 ist parallel zur Längserstreckung des Meßwagens W ausgerichtet und besitzt durch ihre Anordnung auf dem dritten, obersten Trägerelement W_3 des Meßwagens W vier Freiheitsgrade der Bewegung: Linearbewegung zwischen einer Anfangs- und einer Endstellung vorwärts und zurück in der zweiten Richtung (x -Achse), Linear-Parallelversetzung aufwärts und abwärts in der ersten Richtung (y -Achse), Höhenverstellung bezüglich des Meßtischs T (z -Koordinate, Höhe h) und Verschwenkbarkeit um die z -Achse zwischen einer ersten und einer zweiten Winkelstellung (Schwenkrichtung v). Die Bewegung der Meßkopfanordnung 110 entsprechend ihren vier Freiheitsgraden erfolgt durch die schon genannte Antriebseinrichtung A in Zusammenarbeit mit der Steuereinrichtung S (Fig. 5), welche ihrerseits übergeordnete Steuerbefehle vom Rechner C erhält.

Die balkenförmige Meßkopfanordnung 110 ist auf dem Meßwagen W in geringem Abstand über dem Meßobjekt B angeordnet und besteht aus einer Vielzahl n (typischerweise 160) von zu einem balkenförmigen Block zusammengefaßten Meßköpfen 120, die jeweils einen zuführenden Lichtleiter 121 und einen abführenden Lichtleiter 122 aufweisen, welche so angeordnet sind, daß sie das Meßobjekt B je in eng begrenzten Bereichen von etwa 2–3 mm Durchmesser mit Beleuchtungslicht beaufschlagen bzw. aus diesen Bereichen zurückgestrahltes Meßlicht abführen (Fig. 2 und 3). Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß das remittierte Meßlicht unter einem Winkel β von etwa 45° zur Beaufschlagungsrichtung aufgefangen wird. In den einzelnen Meßköpfen 120 sind optische Elemente 123 und 124 vorgesehen, welche das von den zuführenden Lichtleitern 121 zugeführte Beleuchtungslicht in geeigneter Weise auf die Bereiche fokussieren und das von diesen remittierte Licht in die abführenden Lichtleiter 122 einkoppeln. Diese optischen Elemente 123 und 124 können herkömmliche optische Linsen oder Gradientenindexelemente sein. Die von den Meßköpfen 120 erfaßten Bereiche des Meßobjekts B werden im folgenden als Bildelemente bzw. Pixel P des Meßobjekts B bezeichnet. Die Projektionen dieser Pixel P in Richtung der z -Achse auf die Meßkopfanordnung 110 bzw. die Meßköpfe 120, also die Meßpositionen bezogen auf die Meßkopfanordnung, werden als P' bezeichnet. Die Anordnung der Meßköpfe 120 ist so, daß die Meßpositionen P' in einer geraden Linie L_1 und in gleichmäßigen Abständen a zueinander liegen (Fig. 6).

Die zuführenden und abführenden Lichtleiter 121 bzw. 122 der Meßköpfe 120 sind mit dem im wesentlichen trommelförmig ausgebildeten Lichtverteiler 140 verbunden und münden gleichabständig längs zweier Kreislinien in dessen Stirnseiten. Wie in der Fig. 5 gezeigt münden die Lichtleiter 121 bzw. 122 der übersichtlicheren Darstellung wegen an den gegenüberliegenden Stirnseiten in den Lichtverteiler 140. In der Praxis liegen die Mündungen der Lichtleiter 121, 122 auf derselben Stirnseite längs zweier konzentrischer Kreislinien. Im Inneren des Lichtverteilers 140 befindet sich

ein mittels eines Motors 146 gleichförmig angetriebener Rotor 141, welcher zwei Lichtleiterbrücken 142 und 143 enthält, von denen die eine 142 während ihres Umlaufs einen axial einmündenden Lichtzufuhrleiter 144 nacheinander mit den zuführenden Lichtleitern 121 und die andere 143 einen ebenfalls axial einmündenden Lichtabfuhrleiter 145 nacheinander mit den abführenden Lichtleitern 122 optisch verbindet, wobei die einzelnen Verbindungen zyklisch wiederholt hergestellt werden und jeweils die zum selben Meßkopf 120 gehörenden zuführenden und abführenden Lichtleiter 121 bzw. 122 gleichzeitig mit dem Lichtzufuhrleiter 144 bzw. dem Lichtabfuhrleiter 145 verbunden sind. Außerdem sind die Lichtleiter 121 und 122 so angeordnet, daß die einzelnen Meßköpfe 120 der Meßkopfanordnung 110 jeweils sequentiell, d. h. der Reihe nach zyklisch aktiviert werden.

Der Lichtzufuhrleiter 144 ist mit der Lichtquelle 130 verbunden. Diese umfaßt eine Xenon-Lampe 131, eventuell einen Hohlspiegel 132 und ein Linsensystem 133, welches das von der Lampe 131 ausgehende Beleuchtungslicht in den Lichtleiter 144 einkoppelt. Mittels des Lichtverteilers 140 werden die einzelnen Meßköpfe 120 zyklisch sequentiell mit der Lichtquelle 130 verbunden, wobei jeder Meßkopf 120 jeweils das gesamte zur Verfügung stehende Beleuchtungslicht erhält, also keine intensitätsmäßige Aufspaltung des Beleuchtungslichts auf die einzelnen Meßköpfe 120 erfolgt. Auf diese Weise kann die Leistung der Lichtquelle 130 relativ gering gehalten werden.

Der Lichtabfuhrleiter 145 ist mit der Empfängereinheit 160 verbunden, so daß auch diese über den Lichtverteiler 140 zyklisch sequentiell mit den einzelnen Meßköpfen 120 verbunden wird. Die Empfängereinheit 160 ist als Spektralphotometer ausgebildet und umfaßt als dispersives Element ein konkaves holografisches Reflexions-Beugungsgitter 161 sowie eine fotoelektrische Wandlerzeile 162 z. B. in Form eines linearen CCD-Felds oder Fotodioden-Felds als Meßwandler. Die Wandlerzeile 162 ist im Bereich der vom dispersiven Element 161 erzeugten Interferenzmaxima erster Ordnung angeordnet, wobei die einzelnen Wandlerelemente der Wandlerzeile jeweils nur von einem relativ schmalen Spektralbereich, z. B. 10–20 nm, des sichtbaren Anteils des Meßlichts beaufschlagt werden.

Ferner umfaßt die Empfängereinheit 160 gemäß einem weiteren wesentlichen Aspekt der Erfindung noch einen zusätzlichen Lichtempfänger 163, welcher im Unterschied zur Wandlerzeile 162 nicht im Bereich der Beugungsmaxima erster Ordnung, sondern im Bereich der Beugungsmaxima nullter Ordnung angeordnet und z. B. mittels eines vorgeschalteten Filters 164 auf einen ausgewählten Wellenlängenbereich im Bereich des Infrarot-Anteils des Meßlichts sensibilisiert ist. Durch den zusätzlichen Lichtempfänger 163 und seine spezielle Anordnung im Bereich der Beugungsmaxima nullter Ordnung wird der konstruktive Aufwand für eine Messung sowohl im sichtbaren als auch im IR-Bereich des Spektrums niedrig gehalten und gleichzeitig das Meßlicht optimal ausgenützt.

Der Wandlerzeile 162 und dem zusätzlichen Lichtempfänger 163 ist ein Verstärker und A/D-Wandler 170 nachgeschaltet, welcher die von der Wandlerzeile 162 und dem zusätzlichen Lichtempfänger 163 erzeugten, dem remittierten Meßlicht entsprechenden Meßsignale in eine von der nachgeschalteten Verarbeitungseinrichtung, hier in Form des Rechners C , verarbeitbare Form bringt. Die von der Wandlerzeile 162 erzeugten, die sichtbaren Spektralanteile des Meßlichts repräsentierenden Meßsignale werden im folgenden als Spektral-Meßsignale, die vom IR-Lichtempfänger 163 erzeugten, den Infrarot-Anteil des Meßlichts repräsentierenden Meßsignale als IR-Meßsignale bezeichnet.

Der Lichtverteiler 140 weist gemäß einer weiteren vor-

teilhaften Ausgestaltung der Erfindung eine um 3 größere Anzahl von Hin- und Ausgängen auf als die Anzahl n von Meßköpfen 120 bzw. diesen zugeordneten zuführenden und abführenden Lichtleitern 121 bzw. 122. Einer dieser zusätzlichen Eingänge ist mittels eines Lichtleiters 151 direkt, d. h. also ohne den Umweg über einen Meßkopf 120, mit dem zugeordneten Ausgang verbunden, so daß in der entsprechenden Stellung des Rotors 141 die Lichtquelle 130 pro Umlauf einmal direkt mit der Empfängereinheit 160 verbunden ist. Die dabei erzeugten Meßsignale können von der Steuereinrichtung S bzw. der Verarbeitungseinrichtung C zur Kalibrierung der Abtasteinrichtung 100 ausgewertet werden. An den anderen Eingang des Lichtverteilers 140 ist ein Synchronisierlichtleiter 152 angeschlossen, welcher zu einem weiteren Lichtsensor 153 führt, der an die Steuereinrichtung S angeschlossen ist. Der Lichtsensor 153 wird pro Umlauf des Rotors 141 einmal direkt mit der Lichtquelle 130 verbunden. Das dabei erzeugte Signal kann von der Steuereinrichtung S bzw. der Verarbeitungseinrichtung C zur Synchronisation der Abtasteinrichtung 100 ausgewertet werden. Ein dritter Ausgang ist einem unbeschalteten (also nicht mit Licht beaufschlagten) Eingang zugeordnet und dient zur Dunkelkalibration des Meßsystems.

Die Funktionsweise der vorstehend beschriebenen Abtastvorrichtung wird nachstehend erläutert. Dabei wird davon ausgegangen, daß alle Funktionsabläufe vom Rechner C in Verbindung mit der Steuereinrichtung S kontrolliert werden.

Zunächst wird die Abtasteinrichtung 100 an die Dicke des Meßobjekts B angepaßt. Dazu wird der Meßwagen W so weit über das Meßobjekt B gefahren, daß die Meßköpfe 120 in den Randbereich des Meßobjekts B zu liegen kommen. Nun erfolgt bei stillstehendem Meßwagen W eine erste Abtastung des Meßobjekts B bei verschiedenen Höhen h der Meßköpfe 120 über dem Meßtisch T. Die Höhe h wird solange verstellt, bis die erzeugten Meßsignale ihren Maximalwert erreichen. Die dabei gefundene Höheneinstellung h wird gespeichert und bis zur Abtastung eines anderen Meßobjekts B beibehalten. Die automatische Höhenanpassung erfolgt durch eine Höhenverstellvorrichtung, welche durch die Antriebseinrichtung A in Verbindung mit der Steuereinrichtung S und dem Rechner C gebildet ist.

Nun erfolgt die eigentliche pixelweise Abtastung des Meßobjekts B in zwei Durchläufen, und zwar einmal während der Vorwärtsbewegung des Meßwagens W von der Anfangsstellung links des Meßobjekts B in die Endstellung rechts des Meßobjekts B und einmal während der Rückwärtsbewegung des Meßwagens W zurück in seine Anfangsstellung.

Wie die Fig. 7 zeigt, erfolgt die bildelementweise Abtastung dabei in zwei Dimensionen:

Durch die sequentielle Aktivierung der hintereinander längs einer Linie L_1 angeordneten Meßköpfe 120 erfolgt die Abtastung längs Abtastlinien L_2 , die im wesentlichen parallel zur ersten Richtung y verlaufen. Durch die lineare Bewegung des Meßwagens W und damit der Meßköpfe 120 in der zweiten Richtung x tastet jeder Meßkopf 120 das Meßobjekt B entlang einer ersten bzw. zweiten Abtastspur S_1 , bzw. S_2 ab, welche parallel zur Bewegungsrichtung (zweite Richtung x) des Meßwagens W liegt. Die Abtastlinien L_2 und die ersten und zweiten Abtastspuren S_1 und S_2 bilden also ein gitterförmiges Abtastmuster, an dessen Kreuzungspunkten die abgetasteten Bildelemente P liegen. Die Aufteilung der Bildfläche in einzelne Bildelemente P ist durch die Abstände der Meßköpfe 120 und durch deren zeitlich sequentielle Aktivierung gegeben. Die Abstände s der einzelnen Spuren S_1 bzw. S_2 sind durch die Abstände a der Meßköpfe 120 festgelegt. Die Abstände r zwischen zwei aufeinander-

folgenden Abtastlinien L_2 ergeben sich aus der Zyklusdauer t , die der Rotor des Lichtverteilers 140 für einen vollständigen Umlauf benötigt, und aus der Vorschubgeschwindigkeit u des Meßwagens W in Richtung x . Die durch die Anordnung der Meßköpfe 120 gegebenen Meßpositionen an der Meßkopfanordnung 110 sind mit P bezeichnet.

Wenn die Meßköpfe 120 längs einer zur ersten Richtung y parallelen Linie angeordnet wären, so würden sich aufgrund der Vorschubbewegung des Meßwagens W während der Abtastung zur ersten Richtung y geneigte Abtastlinien L_2 ergeben, das Abtastmuster würde also nicht orthogonal sein. Dies würde die Auswertung der Meßsignale wesentlich erschweren. Ein orthogonales Abtastmuster ließe sich theoretisch durch Anhalten des Meßwagens W während der Abtastung entlang einer Abtastlinie erreichen, jedoch ist dies in der Praxis aus verschiedenen Gründen nicht zweckmäßig; insbesondere würde der gesamte Abtastvorgang auf diese Weise unerwünscht viel Zeit in Anspruch nehmen. Außerdem ist das schrittweise Bewegen des Meßwagens W mechanisch ungünstig. Um trotzdem auch bei kontinuierlich bewegtem Meßwagen W ein orthogonales Abtastmuster zu erreichen, wird gemäß einem wesentlichen Aspekt der Erfindung die Meßkopfanordnung 110 während des Vorschubs um einen Vorhaltewinkel α_1 bzw. α_2 zur ersten Richtung x schräg gestellt. Diese Schrägstellung erfolgt durch Verschwenken des zweiten Trägerelements W2 um eine zur z -Achse parallele Schwenkachse, welche durch die Meßposition P' des ersten während eines Abtastzyklus aktivierten Meßkopfs 120 der Meßkopfanordnung 110 verläuft. Der Vorhaltewinkel α_1 bzw. α_2 ist so gewählt, daß sich die Meßposition P' des letzten während eines Abtastzyklus aktivierten Meßkopfs 120 zum Zeitpunkt der Aktivierung des betreffenden Meßkopfs 120 genau auf der Abtastlinie L_2 befindet, auf der sich der erste Meßkopf 120 während demselben Abtastzyklus zum Zeitpunkt seiner Aktivierung befunden hatte. Während des Rücklaufs des Meßwagens W ist die Schrägstellung der Meßkopfanordnung 110 spiegelbildlich zur ersten Richtung x , welche die Richtung der Abtastlinien L_2 festlegt. Die beiden Vorhaltewinkel α_1 und α_2 sind also gleich groß, haben aber entgegengesetzte Vorzeichen.

Die erreichbare Auflösung in Richtung y hängt von der Anzahl Meßköpfe 120 ab. Um bei einer aufwändig vertriebbaren Anzahl von Meßköpfen 120 eine für die Praxis geeignete Auflösung der Abtastung zu erreichen, wird gemäß einem weiteren wesentlichen Aspekt der Erfindung die Meßkopfanordnung 110 beim Rücklauf des Meßwagens W in der ersten Richtung um eine kleine Distanz Δs so parallel-versetzt, daß die beim Rücklauf erzeugten Abtastspuren S_1 genau in die Mitte zwischen den Abtastspuren S_2 des Hinlaufs zu liegen kommen. Wenn mehrere Hin- und Rückläufe in Kauf genommen werden können, so kann durch entsprechendes Versetzen der Meßkopfanordnung 110 bei jedem einzelnen Lauf um Bruchteile des normalen Spurstabstands s die Auflösung noch wesentlich gesteigert werden.

Die Vorhaltewinkel α_1 und α_2 sind mit der gewünschten Auflösung ax in der zweiten Richtung x , der Anzahl n und den Abständen a der Meßköpfe 120, der Totalanzahl $k \cdot n$ Abtastspuren, der Zykluszeit t des Lichtverteilers 140, der Anzahl m zusätzlicher, nicht mit den Meßköpfen 120 verbundenen Positionen des Lichtverteilers 140 und der Vorschubgeschwindigkeit u der Meßkopfanordnung 110 in der zweiten Richtung x verknüpft. Unter Zugrundelegung eines quadratischen Abtastmusters, wobei die Auflösung ax in Richtung x und die Auflösung ay in Richtung y je etwa 2,5 mm betragen, und mit einem einzigen Hin- und Rücklauf des Meßwagens W, wobei die Totalanzahl $k \cdot n$ der Abtastspuren S_1 , S_2 gleich der doppelten Anzahl der Meßköpfe 120 ist, ergibt sich für die Vorhaltewinkel α_1 und α_2 ein

Wert von ca. 0,15°.

Die beschriebene erfindungsgemäße Abtastvorrichtung 100 ermöglicht bei vertretbarem konstruktiven Aufwand eine rasche und effiziente bildelementweise farbmetrische Ausmessung von farbigen Druckbögen B mit ausreichender Auflösung über die gesamte Oberfläche der Druckbögen B, also die sog. Messung im Bild im Unterschied zur linearen Messung an mitgedruckten Farbkontrollstreifen. Die dabei gewonnenen Meßdaten können nach verschiedenen Kriterien zur automatischen Regelung des Druckprozesses verarbeitet werden.

Patentansprüche

1. Abtastvorrichtung zur bildelementweisen fotoelektrischen Ausmessung eines Meßobjekts, insbesondere eines vorzugsweise mehrfarbig bedruckten Druckbogens, mit einem Meßtisch (T), auf welchem das Meßobjekt (B) für die Ausmessung befestigbar ist, mit einer über die Oberfläche des Meßobjektes (B) bewegbaren Abtasteinrichtung (100), welche jeweils wenigstens ein Bildelement (P) des Meßobjekts (B) fotoelektrisch abtastet, mit einer Antriebseinrichtung (A), welche die Abtasteinrichtung (100) über das Meßobjekt (B) bewegt, so daß sämtliche Bildelemente (P) des Meßobjekts (B) erfäßbar sind, mit einer Steuereinrichtung (S) für die Abtasteinrichtung (100) und die Antriebseinrichtung (A), und mit einer Verarbeitungseinrichtung (C), um die von der Abtasteinrichtung (100) erzeugten Meßsignale aus den abgetasteten Bildelementen (P) des Meßobjekts (B) aufzubereiten und auszuwerten, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung (100) eine Vielzahl von Meßköpfen (120) zur bildelementweisen Ausmessung einer entsprechenden Vielzahl von in einer ersten Richtung (y) im wesentlichen in Reihe hintereinander liegenden Bildelementen (P) des Meßobjekts (B) umfaßt, und daß die Meßköpfe (120) in einer zu dieser ersten Richtung (y) im wesentlichen quer verlaufenden zweiten Richtung (x) gemeinsam bewegbar angeordnet sind, so daß das Meßobjekt (B) in einer Vielzahl von zur zweiten Richtung (x) parallelen ersten Abtastspuren (S_a) abtastbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßköpfe (120) durch die Antriebseinrichtung (A) gemeinsam parallel zur ersten Richtung (y) versetzbar sind, so daß das Meßobjekt (B) in einer Vielzahl von zu den ersten Abtastspuren (S_a) parallelversetzten zweiten Abtastspuren (S_b) abtastbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung (100) das Meßobjekt (B) während einer Vorwärtsbewegung der Meßköpfe (120) von einer Anfangsstellung zu einer Endstellung längs der genannten ersten Abtastspuren (S_a) und während einer Rückwärtsbewegung der Meßköpfe von der Endstellung zur Anfangsstellung längs der genannten zweiten Abtastspuren (S_b) abtastet.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung (100) die Meßköpfe (120) zyklisch sequentiell aktiviert.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßköpfe (120) das Meßobjekt (B) während ihrer gemeinsamen Bewegung entlang der Abtastspuren (S_a , S_b) abtasten und im wesentlichen längs einer geraden Linie (L_1) angeordnet sind, welche zur ersten Richtung (y) um einen solchen Vorhaltewinkel (α_1) geneigt ist, daß die während eines Abtastzyklus abgetasteten Bildelemente (P) des Meßobjekts (B) längs einer zur ersten Richtung (y) parallelen Abtastlinie (L_2) liegen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3–5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßköpfe (120) durch die Antriebseinrichtung (A) gemeinsam in einer zum Meßtisch (T) parallelen Ebene zwischen einer ersten und einer zweiten Winkelstellung (α_1 , α_2) verschwenkbar sind, daß die Antriebseinrichtung (A) die Meßköpfe (120) während ihrer Vorwärtsbewegung in die erste Winkelstellung (α_1) und während ihrer Rückwärtsbewegung in die zweite Winkelstellung (α_2) verschwenkt, und daß die Linie (L_1), längs der die Meßköpfe (120) angeordnet sind, in den beiden Winkelstellungen (α_1 , α_2) spiegelbildlich um den Vorhaltewinkel (α_1 , α_2) zur ersten Richtung (y) geneigt ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßköpfe (120) gemeinsam bezüglich ihres Abstands zum Meßtisch (T) höhenverstellbar sind und daß die Antriebseinrichtung (A) eine Höhenstellvorrichtung (A,S,C) zur automatischen Anpassung des Abstands der Meßköpfe (120) vom Meßtisch (T) an die Dicke des Meßobjekts (B) umfaßt.
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßköpfe (120) je einen Beleuchtungslicht zum Meßobjekt (B) zuführenden Lichtleiter (121) und einen vom Meßobjekt (B) zurückgestrahltes Meßlicht abführenden Lichtleiter (122) aufweisen, daß die Abtasteinrichtung (100) eine Lichtquelle (130), eine Empfängereinheit (160) und einen Lichtverteiler (140) aufweist, welcher Lichtverteiler (140) jeweils den zuführenden Lichtleiter (121) und den abführenden Lichtleiter (122) der einzelnen Meßköpfe (120) zyklisch sequentiell mit der Lichtquelle (130) bzw. der Empfängereinheit (160) verbindet.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtverteiler (140) zwei synchron rotierende Lichtleiterbrücken (142, 143) aufweist, welche je einen axial angeordneten Lichtleiter (144, 145) zyklisch sequentiell mit einer Vielzahl von peripher angeordneten Lichtleitern (121, 122) optisch verbinden.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8–9, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfängereinheit (160) als Spektralphotometer ausgebildet ist, welches das ihm von den Meßköpfen (120) aus den abgetasteten Bildelementen (P) des Meßobjekts (B) zugeführte Meßlicht in eine vorgegebene Anzahl von schmalbandigen Spektralbereichen im Bereich des sichtbaren Spektrums zerlegt und in korrespondierende elektrische Spektral-Meßsignale umwandelt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfängereinheit (160) zusätzlich einen Lichtempfänger (163) zur selektiven Erfassung wenigstens eines Teilbereichs des Infrarot-Anteils des Meßlichts und zur Erzeugung eines korrespondierenden elektrischen IR-Meßsignals aufweist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfängereinheit (160) ein konkaves Reflexions-Beugungsgitter (161) als dispersives Element sowie eine im Bereich der von diesem erzeugten Interferenzmaxima erster Ordnung angeordnete fotoelektrische Wandlerzeile (162) aufweist und daß der Lichtempfänger (163) für den IR-Anteil des Meßlichts im Bereich des Interferenzmaximums nullter Ordnung des Beugungsgitters (161) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8-12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung (100) einen in der genannten zweiten Richtung (x) über den Meßtisch (T) bewegbaren Meßwagen (W) umfaßt, an dem die Meßköpfe (120) montiert sind und welcher auch die Lichtquelle (130), den Lichtverteiler (140) und die Empfängereinheit (160) trägt.

14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2, 6, 7 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwagen (W) drei Trägerelemente (W1, W2, W3) umfaßt, wobei ein erstes Trägerelement (W1) in einer Ebene parallel zum Meßtisch (T) in der genannten zweiten Richtung (x) relativ zum Meßtisch (T) bewegbar ist, ein zweites Trägerelement (W2) auf dem ersten Trägerelement (W1) montiert und relativ zu diesem in einer Ebene parallel zum Meßtisch (T) in der genannten ersten Richtung (y) parallelversetzbar sowie zwischen den beiden Winkelstellungen (α_1 , α_2) verschwenkbar ist und ein drittes Trägerelement (W3) auf dem zweiten Trägerelement (W2) montiert und relativ zu diesem in einer Richtung senkrecht zum Meßtisch (T) verstellbar ist und die Meßköpfe (120) trägt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8-14, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtverteiler (140) pro Umlaufzyklus wenigstens einmal die Lichtquelle (130) direkt mit der Empfängereinheit (160) verbindet und daß die Steuereinrichtung (S) oder die Verarbeitungseinrichtung (C) die dabei von der Empfängereinheit (160) erzeugten Meßsignale zur Kalibrierung der Abtasteinrichtung (100) auswertet.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8-15, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Lichtsensor (153) vorgesehen ist, daß der Lichtverteiler (140) pro Umlaufzyklus wenigstens einmal die Lichtquelle (130) mit dem zusätzlichen Lichtsensor (153) verbindet und daß die Steuereinrichtung (S) oder die Verarbeitungseinrichtung (C) die vom zusätzlichen Lichtsensor (153) erzeugten Meßsignale zur Synchronisation der Abtasteinrichtung (100) auswertet.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8-16, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtverteiler (140) eine Meßposition für die Dunkelkalibrierung des Meßsystems aufweist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

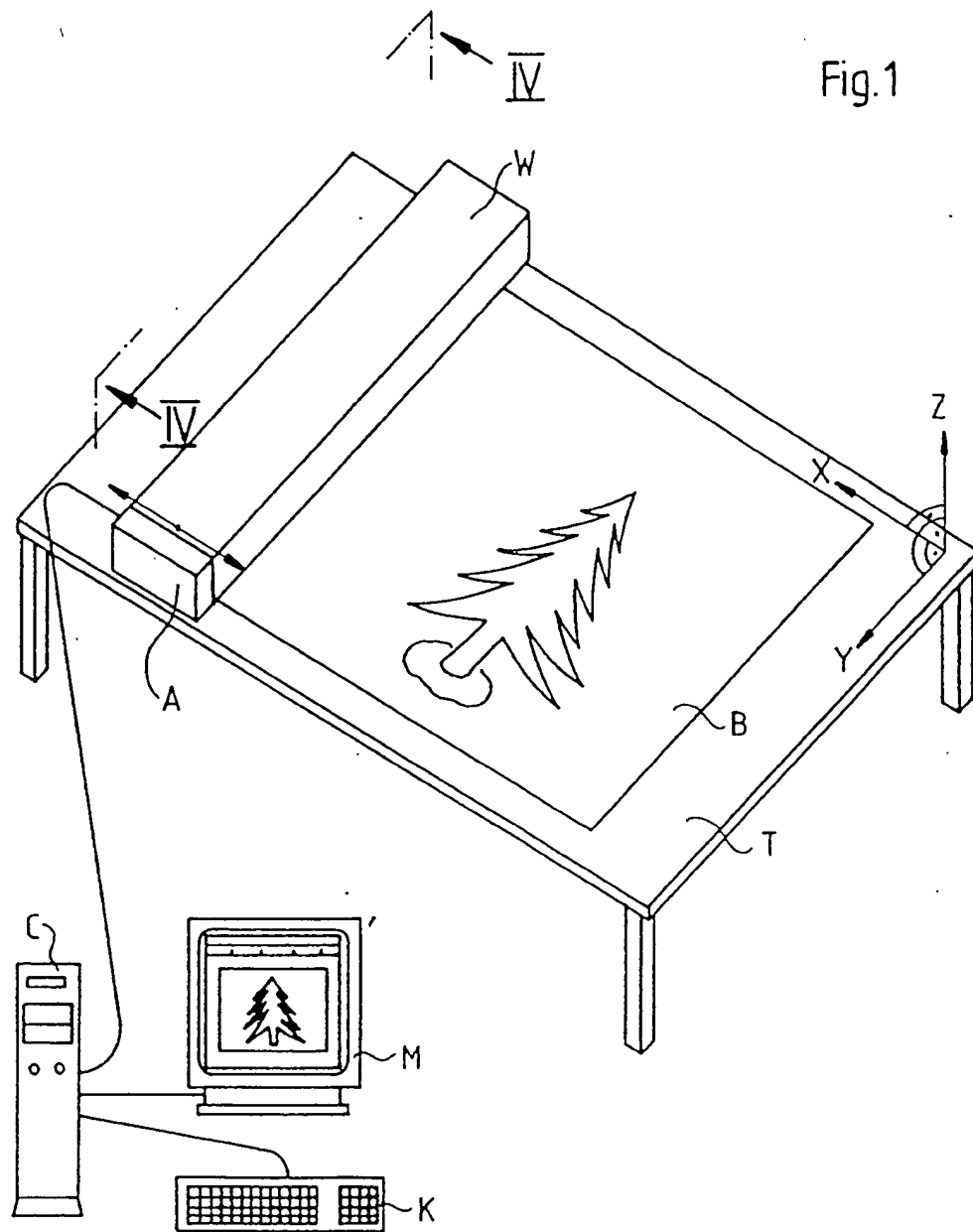
45

50

55

60

65



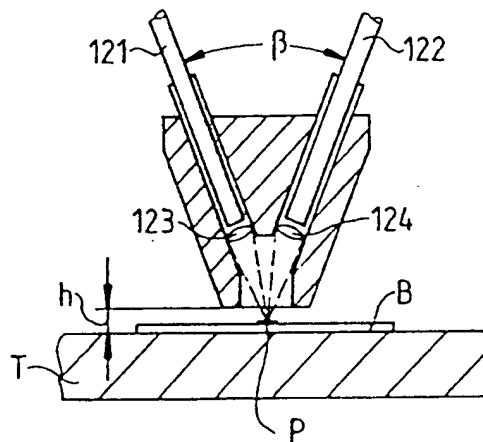
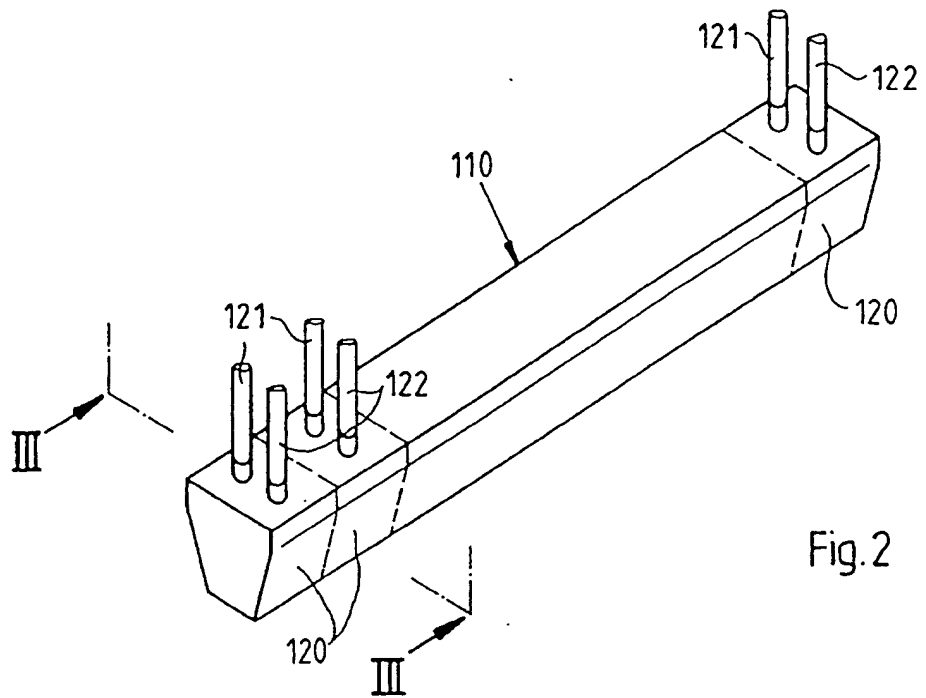


Fig. 4

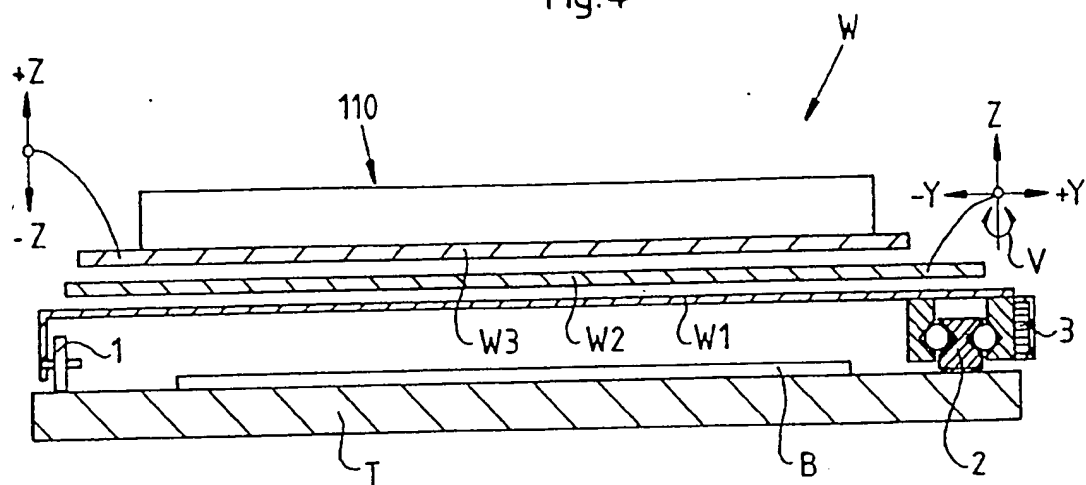


Fig. 6

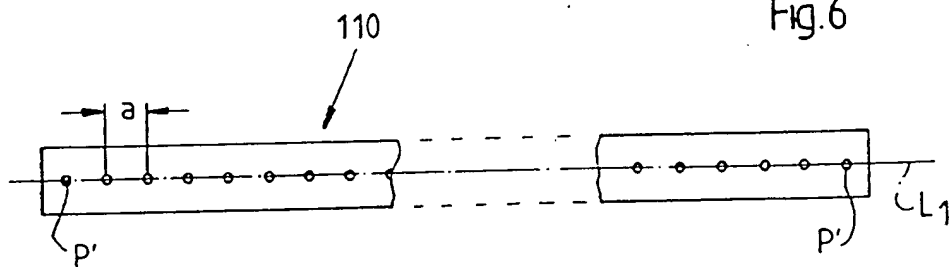


Fig. 5

